



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 197 08 653 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
G 01 K 7/01
H 01 L 25/16

DE 197 08 653 A 1

⑯ Aktenzeichen: 197 08 653.5
⑯ Anmeldetag: 4. 3. 97
⑯ Offenlegungstag: 10. 9. 98

⑯ Anmelder:
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072
Heilbronn, DE

⑯ Erfinder:
Alwon, Hartmut, Dipl.-Ing., 90574 Roßtal, DE
⑯ Entgegenhaltungen:
DE 195 16 260 C1
DE 40 20 304 A1
EP 03 59 007 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingesichteten Unterlagen entnommen
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zur Bestimmung der Junktions-Temperatur von gehäusten Halbleiterbauelementen

⑯ Beschrieben wird ein Verfahren zur Bestimmung der Junktions-Temperatur mindestens eines auf einem Trägerkörper angeordneten gehäusten Halbleiterbauelements einer Schaltungsanordnung. Hierbei wird auf dem eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisenden Trägerkörper benachbart zum zu überwachenden Halbleiterbauelement ein Temperatursensor aufgebracht, der mit einem Anschlußpin des Halbleiterbauelements mittels einer speziell ausgeformten Verbindungsleiterbahn elektrisch leitend verbunden wird.

DE 197 08 653 A 1

Beschreibung

Da die Funktionsfähigkeit von Halbleiterbauelementen einer Schaltungsanordnung von ihren thermischen Eigenschaften abhängt, muß die für die aktiven (schaltbaren) Komponenten eines Halbleiterbauelements maßgebende Temperatur im Innern des Halbleiterbauelements (die sog. Junction-Temperatur) zur Gewährleistung der Bauelementeigenschaften und zum Schutz des Halbleiterbauelements überwacht werden. Oftmals werden die Halbleiterbauelemente zum Abführen der Verlustleistung – insbesondere Leistungs-Halbleiterbauelemente mit einer hohen Verlustleistung – darüber hinaus mittels eines Trägerkörpers auf einem Kühlkörper angeordnet bzw. von einem Kühlmedium umflossen.

Die Überwachung der Junction-Temperatur ist jedoch mit Schwierigkeiten verbunden, da insbesondere bei gehäussten Halbleiterbauelementen eine Bestimmung der Junction-Temperatur durch direkte Messung aufgrund der geometrischen Gegebenheiten nicht möglich ist. Temperaturmessungen zur Bestimmung der Junction-Temperatur werden daher in der Regel durch Messung der Temperatur des Kühlmediums und/oder der Temperatur des Kühlkörpers durchgeführt. Da jedoch zwischen der Junction-Temperatur und der Umgebungstemperatur eine Temperaturdifferenz auftritt, die u. a. von der Verlustleistung, dem thermischen Widerstand, dem Montageort und der Art der Montage des Halbleiterbauelements abhängt (diese Temperaturdifferenz kann insbesondere bei Leistungs-Halbleiterbauelementen recht groß werden), ist diese (zeitlich verzögerte) Temperaturmessung wenig aussagekräftig und weist einen Fehler (eine Ablage) auf, der von der thermischen Ankopplung des Halbleiterbauelements an das Kühlmedium bzw. den Kühlkörper und den Umgebungsbedingungen abhängt; nachteilig ist dies insbesondere dann, wenn bei der Temperaturmessung die thermische Ankopplung des Halbleiterbauelements an das Kühlmedium bzw. den Kühlkörper und die Verlustleistung des Halbleiterbauelements nicht berücksichtigt wird.

Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 anzugeben, bei dem diese Nachteile vermieden werden und das eine aussagekräftige Bestimmung bzw. Messung der Junction-Temperatur von gehäussten Halbleiterbauelementen gewährleistet.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfundung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Halbleiterbauelemente der Schaltungsanordnung werden auf einen Trägerkörper aus einem Material mit relativ geringer Wärmeleitfähigkeit (bsp. eine Leiterplatte aus Epoxid) aufgebracht (bsp. aufgelötet) und mit ihren elektrischen Anschlußpins mit einer Leitbahnanordnung kontaktiert; das jeweilige Halbleiterbauelement, dessen Junction-Temperatur bestimmt werden soll (im folgenden das zu überwachende Halbleiterbauelement genannt) wird über einen Anschlußpin mittels einer speziell ausgeformten Verbindungsleiterbahn elektrisch leitend mit einem auf dem Trägerkörper (vorzugsweise auf der gleichen Oberflächenseite wie das zu überwachende Halbleiterbauelement) angeordneten Temperatursensor in gutem Wärmekontakt direkt verbunden. Diese Verbindungsleiterbahn wird vorzugsweise so ausgeformt, daß die Verlustleistung (Wärme) des zu überwachenden Halbleiterbauelements durch eine Art "Temperaturfalle" auf den Temperatursensor geführt wird; d. h. durch die speziell geformte Verbindungsleiterbahn ist der (geometrisch entfernte) Temperatursensor thermisch gut an den Anschlußpin (Lötanschluß) des zu überwachenden

Halbleiterbauelements gekoppelt, ohne daß sich die bei einem zu geringem Abstand zwischen dem zu überwachenden Halbleiterbauelement und dem Temperatursensor ergebenden Montageprobleme auswirken können. Insbesondere wird zur Realisierung eines möglichst großen Wärmeübergangs vom zu überwachenden Halbleiterbauelement zum Temperatursensor die Verbindungsleiterbahn entsprechend der Temperaturverteilung der Verlustwärme (den auftretenden Isothermen) ausgebildet.

10 Der thermisch mit dem zu überwachenden Halbleiterbauelement gekoppelte Temperatursensor kann bsp. als PTC-Element (SMD-Kaltleiter) oder NTC-Element realisiert werden, und mit einem beliebigen Anschlußpin (Lötanschluß) des zu überwachenden Halbleiterbauelements verbunden werden, bsp. dem Emitter eines als Leistungstransistor ausgebildeten Halbleiterbauelements.

Die Vorteile des vorgestellten Verfahrens bestehen darin, daß

20 – der Temperatursensor als einfaches, kostengünstiges (Standard-)Bauelement ausgebildet werden kann und bsp. als SMD-Bauelement realisierbar ist,
 – eine gute thermische Kopplung des Temperatursensors an die Junction-Temperatur des zu überwachenden Halbleiterbauelements gegeben ist und es daher dynamisch gute Überwachungseigenschaften aufweist,
 – nur ein geringer Meßfehler (eine geringe thermische Ablage) auftritt, da der thermische Widerstand vom Temperatursensor zum zu überwachenden Halbleiterbauelement hin (zur Junction-Temperatur) klein und zur Umgebung hin (zum Trägerkörper) groß ist.

Das Verfahren soll im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben werden. Die Figur zeigt hierbei einen Ausschnitt einer als "Intelligentes Power Modul" (IPM) realisierten Schaltungsanordnung.

35 Die Schaltungsanordnung des IPM ist auf einem schlecht wärmeleitenden, bsp. als (Epoxy)-Leiterplatte ausgebildeten Trägerkörper 1 aufgebracht und weist als aktive Halbleiterbauelemente bsp. 12 als IGBT-Transistoren ausgebildete gehäusste Leistungs-Halbleiterbauelemente 4 auf, die auf der Unterseite 11 der Leiterplatte 1 bestückt werden und über auf der Oberseite 11 der Leiterplatte 1 angeordnete Leiterbahnen 7 miteinander verbunden sind; die Anschlußpins 5 der IGBT-Transistoren 4 sind bsp. mittels Lötverbindungen mit den Leiterbahnen 7 elektrisch verbunden. Zur Wärmeabfuhr der Verlustleistung der IGBT-Transistoren 4 ist ein bsp. aus Aluminium bestehender, als Kühl-/Montageplatte 50 ausgebildeter Kühlkörper 2 vorgesehen, der über eine (gut wärmeleitende) Isolationsschicht 3 an die Gehäuse der IGBT-Transistoren 4 gekoppelt ist. Bsp. wird durch die IGBT-Transistoren 4 eine vom Kühlkörper 2 abzuführende gesamte Verlustleistung von 20 W erzeugt, wodurch die Junction-Temperatur der IGBT-Transistoren 4 auf eine um 60 K höhere Temperatur gegenüber der Temperatur des Kühlkörpers 2 ansteigen kann.

55 Zur Bestimmung der Junction-Temperatur bei einem IGBT-Transistor 4 (als zu überwachender IGBT-Transistor 4 bezeichnet) ist ein als PTC-Element ausgebildeter Temperatursensor 6 vorgesehen, der in unmittelbarer Nähe des zu überwachenden IGBT-Transistors 4 auf der gleichen Oberflächenseite der Leiterplatte 1 (d. h. auf der Unterseite 12 der Leiterplatte 1) angeordnet ist und mit einem Anschlußpin 5 (bsp. dem Emitter-Anschlußpin) des IGBT-Transistors 4 über eine speziell ausgeformte Verbindungsleiterbahn 8 elektrisch verbunden ist; bsp. besitzt die aus Kupfer bestehende Verbindungsleiterbahn 8 eine den auftretenden Iso-

thermen der Verlustwärme nachempfundene "tropfenförmige" Gestalt und eine Länge von bsp. 5 mm, wobei der Abstand zwischen dem Anschlußpin 5 des IGBT-Transistors 4 und dem Temperatursensor 6 bsp. 3 mm beträgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Junction-Temperatur mindestens eines auf einem Trägerkörper (1) angeordneten gehäusten Halbleiterbauelements (4) einer Schaltungsanordnung, dadurch gekennzeichnet, daß
 - auf dem eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisenden Trägerkörper (1) benachbart zum gehäusten Halbleiterbauelement (4) ein Temperatursensor (6) aufgebracht wird, und
 - der Temperatursensor (6) mit einem Anschlußpin (5) des gehäusten Halbleiterbauelements (4) mittels einer speziell ausgeformten Verbindungsleiterbahn (8) elektrisch leitend verbunden wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das gehäuste Halbleiterbauelement (4) und der Temperatursensor (6) auf der gleichen Oberflächenseite (12) des Trägerkörpers (1) aufgebracht werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleiterbahn (8) den Isothermen der Verlustwärme des gehäusten Halbleiterbauelements (4) nachgebildet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (1) als Leiterplatte ausgebildet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

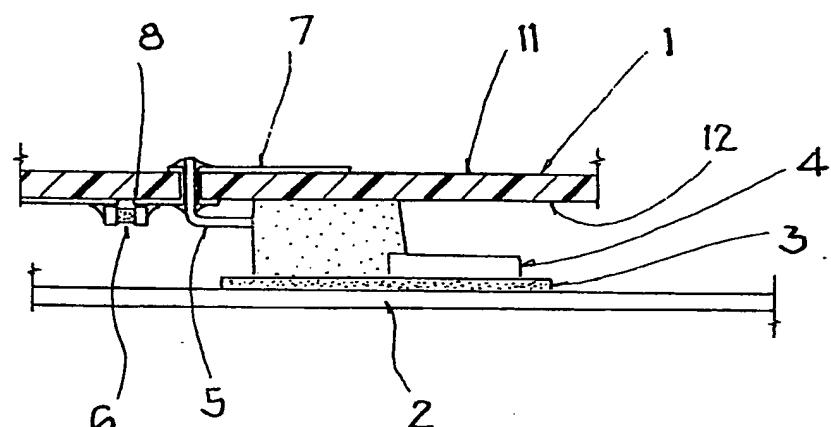


FIG.